

22. 9. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 1 0 4 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 8 1 0 4 8]

出 願 人 イ ビ デ ィ ャ ン 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

REC'D 26 NOV 2004

WFO

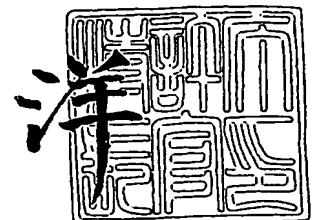
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 0 2 4 0 0

【書類名】 特許願
【整理番号】 112438
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05K 01/34
【発明者】
 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内
 【氏名】 刈谷 隆
【発明者】
 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内
 【氏名】 古谷 俊樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000000158
 【住所又は居所】 岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地
 【氏名又は名称】 イビデン株式会社
 【代表者】 岩田 義文
【代理人】
 【識別番号】 100095795
 【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 田下 明人
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098567
 【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 加藤 壯祐
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-331360
 【出願日】 平成15年 9月24日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 054874
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9401314

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

樹脂からなるパッケージ基板とセラミックからなる IC チップとの間に介在するインターポーザであって、

該インターポーザは、絶縁性基材の貫通孔に導電性物質を充填してなり、

前記絶縁性基材のヤング率は $55 \sim 440 \text{ GPa}$ であって、

前記絶縁性基材の厚みは、パッケージ基板厚み $\times 0.05$ 以上であって、パッケージ基板厚み $\times 1.5$ 以下であることを特徴とするインターポーザ。

【請求項 2】

前記絶縁性基材の厚みは、パッケージ基板のコアの厚み $\times 0.08$ 以上であることを特徴とする請求項 1 のインターポーザ。

【請求項 3】

前記絶縁性基材の大きさは、インターポーザに搭載する電子部品の投影面積以上であって、パッケージ基板の投影面積以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のインターポーザ。

【請求項 4】

絶縁性基材の貫通孔の配置は、格子状または、千鳥状であって、貫通孔間のピッチは、 $60 \sim 250 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 のインターポーザ。

【請求項 5】

前記パッケージ基板は多層プリント配線板であることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかのインターポーザ。

【請求項 6】

前記導電性材料は、金属めっきからなることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかのインターポーザ。

【請求項 7】

前記導電性材料は、低融点金属のペーストからなることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかのインターポーザ。

【請求項 8】

絶縁性基材の貫通孔の断面形状は、少なくとも 1 端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかのインターポーザ。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか 1 のインターポーザを備える多層プリント配線板。

【書類名】明細書

【発明の名称】インターポーザ、多層プリント配線板

【技術分野】

【0001】

この発明は、インターポーザ及び多層プリント配線板に係り、特に、樹脂からなるパッケージ基板とセラミックからなる IC チップとの間に介在するインターポーザ、及び、IC チップを接続するためのインターポーザ層を備える多層プリント配線板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ファインピッチの IC チップをドータボード等の外部基板と接続するためにパッケージ基板が用いられている。パッケージ基板の材料としては、セラミック又は樹脂が用いられている。ここで、セラミックパッケージ基板は、焼成してなるメタライズ配線を用いるため、抵抗値が高くなり、更に、セラミックの誘電率は高く、高周波、高性能の IC を搭載することが難しい。一方、樹脂製パッケージ基板は、めっきによる銅配線を用い得るため、配線抵抗を下げることができ、樹脂の誘電率は低く、高周波、高性能の IC を搭載することが相対的に容易である。

ここで、パッケージ基板と IC チップとの間にインターポーザを介在させる技術としては、特許文献 1～特許文献 4 がある。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-102479 号公報

【特許文献 2】特開 2002-373962 号公報

【特許文献 3】特開 2002-261204 号公報

【特許文献 4】特開 2000-332168 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

IC の周波数が、10GHz を越えると、IC の配線層の樹脂を低誘電率化しないと、誤動作が発生する。低誘電化するには、配線層の樹脂に、脆い樹脂を使う必要がある。このような脆い樹脂で配線層を形成している IC を搭載すると、基板実装時等における熱応力のため、IC の樹脂層に、亀裂、断線が発生する。IC の樹脂層の亀裂、断線を解決するために、IC とパッケージ基板間にアルミナ等の高ヤング率のインターポーザを介在することが行なわれている。しかしながら、厚みが異なるパッケージ基板に、同厚みのインターポーザを介在させて IC を実装すると、厚いパッケージ基板では、IC の配線層の樹脂にクラックが入る問題が発生した。

【0005】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、パッケージ基板に搭載した IC チップで配線パターンの断線を防ぐことができるインターポーザ、及び、インターポーザ層を備える多層プリント配線板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

発明者らは、上記目的の実現に向け鋭意研究した結果、樹脂からなるパッケージ基板とセラミックからなる IC チップとを、電氣的に接続するインターポーザを介在させるとの着想を持った。

【0007】

上記インターポーザを構成する絶縁性基材は、ヤング率が $55 \sim 440 \text{ GPa}$ であって、その厚みは、以下の関係が望ましい。

パッケージ基板厚み $\times 0.05 \leq$ 絶縁性基材の厚み \leq パッケージ基板厚み $\times 1.5$ 、さらには、パッケージ基板厚み $\times 0.1 \leq$ 絶縁性基材の厚み \leq パッケージ基板厚み $\times 1.0$

が好適である。

本発明者が半導体装置の基板実装時における熱応力の解析を行なったところ、インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が、前記した範囲内であると、ICチップ、インターポーザと樹脂製パッケージの熱応力等による各変形量が、 $IC \leq$ インターポーザ < パッケージ基板の関係となる。つまり、ICと樹脂製パッケージ基板間に、上述の範囲のヤング率を有するインターポーザを介在させることで、ICの変形量に対して、樹脂製パッケージの変形量が大きくても、インターポーザは変形しないので、ICと樹脂製パッケージの熱膨張差に起因する熱応力は、ICの樹脂層には伝わりにくくなる。従って、ICの樹脂の破壊を防止するのに、インターポーザを高ヤング率にするのは有効である。

しかしながら、インターポーザは、ICの外部電極と樹脂製パッケージ基板の接続パッドを真っ直ぐスルーホールで電気的に接続する構造となっている。そして、スルーホールには、インターポーザを構成する絶縁性基材に比べて、低ヤング率の導電性物質が充填されている。このため、インターポーザを構成する絶縁性基材は、IC直下部とIC直下以外部で、ヤング率や熱膨張係数が異なっている。それ故、ICの周辺直下部を起点として、インターポーザを構成する絶縁性基材が反ってしまう。その反り量は厚みにも依存するため、インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が55～440 GPaの範囲内であっても、インターポーザを構成する絶縁性基材の厚みが、樹脂製パッケージ基板厚み×0.05未満となると、その厚みが薄いため、変形量や反り量が大きくなる。その結果、ICは、外方向に引っ張られる力や曲げられる力を受けることとなり、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生する。

インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が55～440 GPaの範囲内であって、その厚みが、樹脂製パッケージ基板厚み×0.05以上になると、厚みがあるため、インターポーザを構成する絶縁性基材は、剛性が増す。そのため、インターポーザを構成する絶縁性基材のIC直下部とそれ以外部で物性が異なることにより発生する変形及び反りが少なくなる。それ故、ICがインターポーザと一緒に変形したり反ったりする量が小さくなるので、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生することがない。

インターポーザを構成する絶縁材料の厚みは、パッケージ基板のコアの厚み×0.08以上であることが望ましい。それは、パッケージ基板は、コア基板が主体であるため、パッケージ基板の変形は、コア基板に依存するからである。

インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率が、55 GPa未満だと、ヤング率が低いので、インターポーザの厚みが厚くても、インターポーザの変形量が大きくなり、ICの配線層の樹脂に応力が到達する。一方、440 GPaを越えれば、インターポーザとパッケージ基板間の半田バンプに応力が集中して、そこで亀裂、断線が発生する。

インターポーザの厚みが、パッケージ基板厚み×1.5を超えても、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生することはないが、半導体装置全体が厚くなるので、薄型化の要求に応えられない。他の理由としては、基板が厚くなると小径の貫通孔を形成することが難しいので、ファイン化に不向きとなる。

【0008】

インターポーザを構成する材料は、ヤング率が、55～440 GPaであれば、特に限定することはないが、例えば、パイレックスガラス、ジルコニア、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素、アルミナ、ムライト、コージライト、ステアタイト、フォルステライト等のセラミック基板やオレフィン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、BT樹脂等の熱硬化性樹脂をガラスクロス等の心材に含浸させた基板やさらにガラスファイバー、アルミナ、ジルコニア等の無機ファイバーを分散させた基板が挙げられる。

【0009】

この内、パイレックスガラス、ムライト、コージライト、ステアタイト、フォルステライト等のガラス成分含有セラミック基板をインターポーザに用いると、誘電率が低いので、高速信号を伝送する際、有利となる。

【0010】

IC等の電子部品とインターポーザ間、インターポーザとパッケージ間の接合部に使うは

んだ材料としては、特に限定することはないが、例えば、 Sn/Pb 、 Sn/Ag 、 Sn 、 Sn/Cu 、 Sn/Sb 、 Sn/In/Ag 、 Sn/Bi 、 Sn/In 、銅ペースト、銀ペースト、導電性樹脂等が挙げられる。

【0011】

インターポーザを構成する絶縁性基材の大きさは、以下の関係が好ましい。

インターポーザに搭載する電子部品の投影面積 \leq インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 1$ 、さらには、電子部品の投影面積 $\times 1.2 \leq$ インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 0.8$ が好適である。

【0012】

インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、電子部品の投影面積未満だと、電子部品をインターポーザ上に電子部品を搭載できないからである。インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、電子部品の投影面積 $\times 1.2$ 以上になると、インターポーザと電子部品との間に、段差ができるので、その間にモールド樹脂を充填することが可能となる。モールド樹脂も応力を緩和することができるので、さらに、熱衝撃に対する接合部及び電子部品の寿命が延びる。インターポーザを構成する絶縁性基材の面積が、パッケージ基板の投影面積の 0.8 倍以下だと、インターポーザとパッケージ本体の間にも段差ができるので、その間にも、モールド樹脂を充填することができる。両者の間にモールド樹脂を充填することで、半導体装置全体として、熱衝撃に対する信頼性が向上する。そして、インターポーザを構成する絶縁性基材の大きさが、パッケージ基板の投影面積を越えると、基板全体が大きくなるので、小型化の要求に応えられない。

【0013】

上記インターポーザを構成する絶縁性基材は、そのヤング率が、 $55 \sim 440 \text{ GPa}$ であって、その厚みは、パッケージ基板厚みの 0.05 倍以上、 1.5 倍以下であって、表裏を電氣的に接続する貫通孔を有しており、その貫通孔の配置は、格子状または、千鳥状であって、貫通孔間のピッチは、 $60 \sim 250 \mu\text{m}$ 以下である。

貫通孔は、導電性物質で充填してもよいし、貫通孔をめっき等で覆い、その未充填部に絶縁剤あるいは導電性物質を充填した構造でもよい。貫通孔に充填する導電性物質は、特に限定することはないが、導電性ペーストよりは、例えば、銅、金、銀、ニッケル等の単一の金属もしくは、二種以上からなる金属で充填されていることが好ましい。それは、導電性ペーストと比較して、抵抗が低いため、ICへの電源の供給がスムーズになったり、発熱量が低くなったりするからである。他の理由としては、貫通孔内が金属で完全に充填されているため、金属の塑性変形により、応力を吸収できるからである。

【0014】

インターポーザを構成する絶縁性基材の貫通孔の配置が、格子状または、千鳥状であり、貫通孔間のピッチが、 $250 \mu\text{m}$ 以下であると、隣合う貫通孔間の距離が小さくなるので、インダクタンスが減少し、ICへの電源の供給がスムーズになるからである。貫通孔間のピッチが、 $250 \mu\text{m}$ 以下であると良い他の理由は、貫通孔のピッチを狭ピッチ化しようとするとき貫通孔の径が小さくなるからである。貫通孔の径が、小さくなると、貫通孔に充填されている導電性物質の径が、小さくなる。すると、導電性物質は、発生した応力により変形しやすくなるので、導電性物質にても、応力緩和が可能となるからである。その径としては、 $30 \sim 150 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $30 \mu\text{m}$ を下まわると、貫通孔内に導電性物質を充填するのが困難となるからである。

【0015】

インターポーザを構成する絶縁性基材の断面形状としては、少なくとも1端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることが好ましい。さらには、1端面の開口径/貫通孔中心の穴径の関係が、 $1.02 \sim 5.0$ が好ましい。 1 未満であると、貫通孔内に導電性物質を未充填なく、充填するのが難しい。 1 以上となると、貫通孔端面の開口径が、その他の貫通孔部分と同等以上となるので、導電性物質の充填が容易に行なわれる。その結果、熱衝撃時、クラックの起点となるボイドは無くなる。そして、 1.02 以上となると、

ボイドが全くなくなる。その結果、導体全体の導通抵抗が低くなるし、ボイド近辺でのジュール熱が発生しなくなるので、ICへの電源の供給が、スムーズになり、5GHzを超える高周波領域での誤動作がなくなる。また、貫通孔の形状が、テーパ状となっているため、発生した応力は、スルーホール形状に沿って、接合部に到達する事となる。そのため、応力が、直線的に、接合部に到達せず、分散する効果もある。この点から、インターポーザの少なくとも1端面の開口径が、貫通孔の中心部の穴径より、大きい方が、有利である。この点から、両端面の開口径が、中心部の開口径より大きい方がさらに良い。逆に、5を越えると、ランド径が大きくなるか、中心部の開口径が小さくなる。前者の場合は、ファイン化に向かなくなり、後者の場合は、開口径のアスペクト比が大きくなるので、導電性材料の充填が難しくなり、ボイドが発生する。貫通孔の中心部の穴径より、1端面の方が開口径を大きくするのは、例えば、真っ直ぐ開口するときより、レーザーのショット数を少なくすればよい。また、貫通孔の中心部より、両端面の開口径を大きくするには、両面から、例えば、レーザーやプラスト等で開口することで可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

[実施例]

1. 樹脂製パッケージ基板

樹脂製パッケージ基板10の構成について、実施例1に係る樹脂パッケージ基板10の断面図を示す図1を参照して説明する。樹脂製パッケージ基板10では、多層コア基板30を用いている。多層コア基板30の表面側に導体回路34、導体層34P、裏面に導体回路34、導体層34Eが形成されている。上側の導体層34Pは、電源用のプレーン層として形成され、下側の導体層34Eは、グランド用のプレーン層として形成されている。更に、多層コア基板30の内部の上面側に内層の導体層16E、下面側に導体層16Pが形成されている。上側の導体層16Eはグランド用のプレーン層として形成され、下側の導体層16Pは電源用のプレーン層として形成されている。電源用のプレーン層34Pとプレーン層16Pとは、電源用スルーホール36Pやバイアホール44、54により接続される。グランド用のプレーン層34Eとプレーン層16Pとは、グランド用スルーホール36Eやバイアホール44、54により接続される。多層コア基板30の上下での信号の接続は、信号用スルーホール36S、バイアホール44、54により行われる。プレーン層は、片側だけの単層であっても、2層以上に配置したものでもよい。2層～4層で形成されることが望ましい。4層以上では電気的な特性の向上が確認されていないことからそれ以上多層にしてもその効果は4層と同等程度である。特に、2層で形成されることが、多層コア基板の剛性整合という点において基板の伸び率が揃えられるので反りが出にくいからである。多層コア基板30の中央には、電気的に隔離された金属板12が収容されている（該金属板12は、インバー、42合金等の低熱膨張係数金属からなり、心材としての役目を果たしており、スルーホールやバイアホールなどとの電気的な接続がされていない。主として、基板の熱膨張係数を下げたり、反りに対する剛性を向上させているのである。その配置は、基板全体に配しても良いし、搭載するIC周辺下に枠状に配しても良い。）。該金属板12に、絶縁樹脂層14を介して上面側に内層の導体層16E、下面側に導体層16Pが、更に、絶縁樹脂層18を介して上面側に導体回路34、導体層34Pが、下面に導体回路34、導体層34Eが形成されている。

【0017】

多層コア基板30の表面の導体層34P、34Eの上には、バイアホール44及び導体回路42の形成された層間樹脂絶縁層40と、バイアホール54及び導体回路52の形成された層間樹脂絶縁層50とが配設されている。該バイアホール54及び導体回路52の上層にはソルダーレジスト層60が形成されており、該ソルダーレジスト層60の開口部62を介して、上面側のバイアホール54及び導体回路52に信号用パンプ64S、電源用パンプ64P、グランド用パンプ64Eが形成されている。同様に、下面側のバイアホール54及び導体回路52に信号用外部端子66S、電源用外部端子66P、グランド用外部端子66Eが形成されている。

【0018】

スルーホール36E、36P、36Sは、コア基板30に形成した通孔の導体層を形成させ、その空隙内に絶縁樹脂17を充填させて成る。それ以外にも、導電性ペーストもしくはめっきなどにより、スルーホール内を完全に埋めても良い。

【0019】

ここで、コア基板30表層の導体層34P、34Eは、厚さ5～25 μ mに形成され、内層の導体層16P、16Eは、厚さ5～250 μ mに形成され、層間樹脂絶縁層40上の導体回路42及び層間樹脂絶縁層50上の導体回路52は5～25 μ mに形成されている。

【0020】

本実施例に用いた樹脂製パッケージ基板は、コア基板30の表層の電源層（導体層）34P、導体層34、内層の電源層（導体層）16P、導体層16Eおよび金属板12を厚くした。これにより、コア基板の強度が増す。従って、コア基板自体を薄くしたとしても、反りや発生した応力を基板自体で緩和することが可能となる。

【0021】

また、導体層34P、34E、導体層16P、16Eを厚くすることにより、導体自体の体積を増やすことができる。その体積を増やすことにより、導体での抵抗を低減することができる。

【0022】

図2は、樹脂製パッケージ基板10にインターポーザ70を取り付けた状態を示す断面図であり、図3は、インターポーザ70にICチップ110を取り付け、樹脂製パッケージ基板10をドータボード120に取り付けた状態を示す断面図である。インターポーザ70は、絶縁性基材80の貫通孔81に導電性物質84を充填してなるバイアホール72の上面にランド74を下面に電源用ランド76P、信号用ランド76S、グランド用ランド76Eを配置することで構成されている。樹脂製パッケージ基板10とインターポーザ70との間には樹脂製のアンダーフィル68が充填されている。インターポーザ70の上面側のランド74には半田114を介して、ICチップ110のランド112が接続されている。インターポーザ70とICチップ110との間には樹脂製のアンダーフィル69が充填されている。

【0023】

樹脂製パッケージ基板10の上面側の信号用バンプ64S、電源用バンプ64P、グランド用バンプ64Eには、インターポーザ70の信号用ランド76S、電源用ランド76P、グランド用ランド76Eへ接続される。一方、樹脂製パッケージ基板10の下側の信号用外部端子66S、電源用外部端子66P、グランド用外部端子66Eには、ドータボード120の信号用ランド122S、電源用ランド122P、グランド用ランド122Eへ接続されている。この場合における外部端子とは、PGA、BGA、半田バンプ等を指している。

【0024】

実施例1の樹脂製パッケージ基板10では、導体層34P、16Pを電源層として用いることで、ICチップ110への電源の供給能力が向上させることができる。そのため、該パッケージ基板10上にICチップ110を実装したときに、ICチップ110～基板10～ドータボード120側電源までのループインダクタンスを低減することができる。そのために、初期動作における電源不足が小さくなるため、電源不足が起き難くなり、そのために高周波領域のICチップを実装したとしても、初期起動における誤動作やエラーなどを引き起こすことがない。更に、導体層34E、16Eをグランド層として用いることで、ICチップの信号、電力供給にノイズが重畳しなくなり、誤動作やエラーを防ぐことができる。更に図示しないコンデンサを実装することにより、コンデンサ内の蓄積されている電源を補助的に用いることができるので、電源不足を起しにくくなる。

【0025】

図4に図3中のICチップ110、インターポーザ70、樹脂製パッケージ基板10の

平面図を示す。樹脂製パッケージ基板の外形サイズは40mm×40mmで、厚みは1.0mmである。なお、コア基板の厚みは0.8mmである。インターポーザを構成する絶縁性基材70の外形サイズは28mm×28mmで、厚みは100μm、ICチップ110の外形サイズは20mm×20mmである。

【0026】

図5(A)にインターポーザ70の平面図を示す。インターポーザのランド74(貫通孔81)は、格子状に配置され、ピッチP1は、180μmに設定されている。図5(B)は、別例に係るインターポーザの平面図を示す。インターポーザのランド74(貫通孔81)は、千鳥状に配置され、ピッチP2は、100μmに設定されている。

【0027】

実施例1では、ICチップ110とパッケージ基板10を接合するのにインターポーザ70を介在しているため、応力がICチップ110とインターポーザ70間の接合部(半田114)とインターポーザ110とパッケージ基板10間の接合部(信号用 bumps 64S、電源用 bumps 64P、グランド用 bumps 64E)の2箇所に分散する。そして、さらに、ヤング率=55GPaであって、パッケージ基板厚み×0.5のインターポーザ70を介在することで、セラミック製ICチップ110と樹脂製パッケージ基板10間の熱膨張差による応力をインターポーザ70が受けとめて、ICチップ110の配線層の樹脂に、応力を伝達しない。その結果、ICチップの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生しない。

【0028】

2. インターポーザの作成

【実施例1】 ヤング率=55GPa、外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50μm

実施例1のインターポーザの製造工程について図6を参照して説明する。

(1) ビスフェノールA型エポキシ樹脂100重量部とイミダゾール型硬化剤5重量部とアルミナフィラー60重量部を混合し、該樹脂をガラスクロスに含浸後、乾燥して、Bステージとしたプリプレグ80と、銅箔78とを積層して加熱プレスすることにより得られる片面銅張積層板80Aを出発材料として用いる(図6(A))。この絶縁性基材80の厚さは50μm、銅箔78の厚さは12μmである。このインターポーザを構成する絶縁性基板のヤング率は、3点曲げ法にて、測定したところ、55GPaであった。なお、ヤング率測定には、1mm厚の絶縁性基材を用いた。

【0029】

(2) ついで、絶縁材側から、表1の条件にて、炭酸ガスレーザー照射を行って、絶縁性基材80を貫通して銅箔78に至るバイアホール形成用開口81を形成し、さらにその開口81内を紫外線レーザー照射によってデスミア処理した(図6(B))。この実施例1においては、バイアホール形成用の開口の形成には、三菱電機製の高ピーク短パルス発振型炭酸ガスレーザー加工機を使用し、基材厚50μmのガラス布エポキシ樹脂基材に、マスクイメージ法で絶縁材側からレーザービーム照射して100穴/秒のスピードで、100μmのバイアホール形成用の開口を形成した。その配置は、ICの外部電極に1:1で対応した格子状で、180μmピッチに形成した。バイアホール形成後、デスミア処理を行なった。デスミア処理用のYAG第3高調波を用いた紫外線レーザー照射装置は、三菱電機社製のGT605LDXを使用し、そのデスミア処理のためのレーザー照射条件は、発信周波数が5KHz、パルスエネルギーが0.8mJ、ショット数が10であった。

【表1】

マスク径	φ1.4mm
パルスエネルギー	2.0mj / パルス
ショット数	7ショット

【0030】

(3) デスミア処理を終えた基板に対して、銅箔をPETフィルム85で保護してから、銅箔78をめっきリードとして、以下のめっき液と条件にて、電解銅めっき処理を施して、開口81の上部にわずかの隙間を残して、その開口81内に電解銅めっき84を充填してバイアホール72を形成する(図6(C))。

〔電解めっき液〕

硫酸 2.24 mol/l

硫酸銅 0.26 mol/l

添加剤 19.5 ml/l (アトテックジャパン社製、カバラシドGL)

〔電解めっき条件〕

電流密度 6.5 A/dm²

時間 30 分

温度 22±2 °C

【0031】

(4) さらに、銅めっき上84に、塩化ニッケル30 g/l、次亜リン酸ナトリウム10 g/l、クエン酸ナトリウム10 g/lからなるpH=5の無電解ニッケルめっき液に20分間浸漬して、5 μmのニッケルめっき層86を形成した。さらに、その基板を、シアン化金カリウム2 g/l、塩化アンモニウム75 g/lクエン酸ナトリウム50 g/l、次亜リン酸ナトリウム10 g/lからなる無電解金めっき液に93°Cの条件で23秒間浸漬して、ニッケルめっき層上に厚さ0.03 μmの金めっき層87を形成した。金めっき87を施した後、以下のめっき液と条件で、金めっき層87上に、すずめっき88を30 μm析出させ、ランド74を形成した(図6(D))。

〔電解めっき液〕

硫酸 105 ml/l

硫酸すず 30 g/l

添加剤 40 ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度 5 A/dm²

時間 45 分

温度 22±2 °C

【0032】

(5) その後、銅箔78上のPETフィルム85を剥離し、銅箔78にドライフィルムを貼り付け、露光現像後、銅箔78をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド76P、76S、76Eを形成した。

(6) 最後に、32 mm×32 mmに外形加工を行い、インターポーザとした。

【0033】

〔実施例2〕 ヤング率=55 GPa、外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=64 μm

実施例2のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを64 μmとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

【表2】

「レーザ条件」

マスク径	φ1.4 mm
パルスエネルギー	2.0 mJ/パルス
ショット数	9ショット

【0034】

【実施例3】 ヤング率=55 GPa, 外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=100 μ m

実施例3のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを100 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

【表3】

「レーザ条件」

マスク径	$\phi 1.4$ mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	14 ショット

【0035】

【実施例4】 ヤング率=55 GPa, 外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=400 μ m

実施例4のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを400 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

【表4】

「レーザ条件」

マスク径	$\phi 1.4$ mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	60 ショット

【0036】

【実施例5】 ヤング率=55 GPa, 外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=1000 μ m

実施例5のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを1000 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例1と同じである。

【表5】

「レーザ条件」

マスク径	$\phi 1.4$ mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	150 ショット

【0037】

【実施例6】 ヤング率=55 GPa, 外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=1500 μ m

実施例6のインターポーザは、実施例1において、出発材料の基板厚みを1500 μ mとした。それに伴い、貫通孔を形成するレーザ条件を下表の条件に変更した。また、貫通

孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 1 と同じである。

【表 6】

「レーザ条件」

マスク径	φ 1.4 mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	230 ショット

【0038】

〔実施例 7〕 ヤング率 = 200 GPa, 外形サイズ = 32 mm × 32 mm、インターポーザの厚み = 50 μm

実施例 7 のインターポーザの製造方法を図 7 及び図 8 を参照して説明する。

(1) 32 mm × 32 mm × 厚さ 50 μm のジルコニア基板 80B を出発材料とした。この絶縁性基板のヤング率は、3 点曲げ法にて、測定したところ、200 GPa であった。なお、ヤング率測定には、1 mm 厚の絶縁性基材を用いた。この基板 80B の一面にウレタン系のレジスト 79 を形成し、通常の写真法により、IC の外部電極に対応する位置に、100 μm 径の開口部 81a を形成した (図 7 (A))。

【0039】

(2) ついで、レジスト 79 を形成してある側から、マキナ社製のサンドブラスト装置で、下記の条件にて、サンドブラスト処理を行なって、100 μm のバイアホール形成用の開口 81 を形成した。その配置は、IC の外部電極に 1 : 1 で対応した格子状で、180 μm ピッチに形成した (図 7 (C))。

【表 7】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 25 μm
圧力	0.2 MPa
ショット数	7

【0040】

(3) バイアホール形成用の開口 81 を形成した基板に、スパッタにより Pd 82 を、基板 80B 表面とバイアホールの内壁 81 に蒸着した。バイアホール内壁 81 に、確実に Pd を蒸着するため、基板表面に対して、±80 度の角度で、基板両面からスパッタを行なった (図 7 (D))。

【0041】

(4) 次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、基板を浸漬し、基板 80B の表面および、貫通孔 81 の壁面に厚さ 0.6 ~ 3.0 μm の無電解銅めっき膜 83 を形成した (図 7 (E))。

〔無電解めっき水溶液〕

200 mol/l 硫酸銅

0.800 mol/l EDTA

0.030 mol/l HCHO

0.050 mol/l NaOH

0.100 mol/l α、α'-ピピリジル

100 mg/l ポリエチレングリコール (PEG) 0.10 g/l

〔無電解めっき条件〕

34℃の液温度で 40 分

【0042】

(4) 次に、無電解銅めっき膜 83 上に、貫通孔 81 内に優先的に析出するめっき液とめっき条件を用いて、貫通孔 81 内の充填と基材 80B の表面に、電解銅めっき膜 84 を形成した (図 8 (A))。

〔電解めっき液〕

硫酸 150 g/l

硫酸銅 160 g/l

添加剤 19.5 ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度 6.5 A/dm²

時間 80分

温度 22±2℃

攪拌 噴流攪拌

【0043】

(5) その後、基板 80B の一面は、PET フィルム 85 で保護し、他面のみを、基材 80B の表面が露出するまで研磨を行なった (図 8 (B))。

【0044】

(6) さらに、パイアホール (貫通孔 71) 72 の銅めっき 84 上に、ニッケル 86 (5 μm)、金めっき 87 (0.03 μm) を施した後、他面の銅をリードとして、はんだめっき (実施例 1 と同条件) 88 を 30 μm 析出させ、ランド 74 を形成した (図 8 (C))。

【0045】

(7) その後、銅箔上の PET フィルム 85 を剥離し、PET フィルム 85 下にあった電気銅 84 にドライフィルムを貼り付け、露光現像後、電気銅めっき層と無電解銅めっき層をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド 76P、76S、76E を形成した (図 8 (D))。

【0046】

〔実施例 8〕 ヤング率=200 GPa、外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=64 μm

実施例 8 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料の基板厚みを 64 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【表 8】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 25 μm
圧力	0.2 MPa
ショット数	9

【0047】

〔実施例 9〕 ヤング率=200 GPa、外形サイズ=32 mm×32 mm、インターポーザの厚み=100 μm

実施例 9 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料の基板厚みを 100 μm とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【表 9】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\mu\text{m}$
圧力	0.2MPa
ショット数	14

【0048】

【実施例 10】 ヤング率 = 200GPa 、外形サイズ = $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $400\mu\text{m}$

実施例 10 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料の基板厚みを $400\mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【表 10】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\mu\text{m}$
圧力	0.2MPa
ショット数	60

【0049】

【実施例 11】 ヤング率 = 200GPa 、外形サイズ = $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $1000\mu\text{m}$

実施例 11 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料の基板厚みを $1000\mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【表 11】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\mu\text{m}$
圧力	0.2MPa
ショット数	150

【0050】

【実施例 12】 ヤング率 = 200GPa 、外形サイズ = $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $1500\mu\text{m}$

実施例 12 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料の基板厚みを $1500\mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【表 12】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	230

【0051】

【実施例 13】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $50\ \mu\text{m}$

(1) 実施例 13 のインターポーザは、実施例 7 において、出発材料を、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ で、厚さが $50\ \mu\text{m}$ の緻密質 SIC 基板に変更した。この絶縁性基板のヤング率は、3 点曲げ法にて、測定したところ、 $4400\ \text{GPa}$ であった。なお、ヤング率測定は、 $1\ \text{mm}$ 厚の絶縁性基材を用いた。それ以外は、実施例 7 と同じである。

【0052】

【実施例 14】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $64\ \mu\text{m}$

実施例 14 のインターポーザは、実施例 13 において、出発材料の基板厚みを $64\ \mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 13 と同じである。

【表 13】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	9

【0053】

【実施例 15】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $100\ \mu\text{m}$

実施例 15 のインターポーザは、実施例 13 において、出発材料の基板厚みを $100\ \mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 13 と同じである。

【表 14】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	14

【0054】

【実施例 16】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $400\ \mu\text{m}$

実施例 16 のインターポーザは、実施例 13 において、出発材料の基板厚みを $400\ \mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。

また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 13 と同じである。

【表 15】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	60

【0055】

【実施例 17】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $1000\ \mu\text{m}$

実施例 17 のインターポーザは、実施例 13 において、出発材料の基板厚みを $1000\ \mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 13 と同じである。

【表 16】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	150

【0056】

【実施例 18】 ヤング率 = $440\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $32\ \text{mm} \times 32\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $1500\ \mu\text{m}$

実施例 18 のインターポーザは、実施例 13 において、出発材料の基板厚みを $1500\ \mu\text{m}$ とした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例 13 と同じである。

【表 17】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 $25\ \mu\text{m}$
圧力	$0.2\ \text{MPa}$
ショット数	230

【0057】

【実施例 19】 ヤング率 = $55\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $24\ \text{mm} \times 24\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $50\ \mu\text{m}$

実施例 19 のインターポーザは、実施例 1 において、外形加工のサイズを $24\ \text{mm} \times 24\ \text{mm}$ にした以外は、実施例 1 と同じである。

【0058】

【実施例 20】 ヤング率 = $55\ \text{GPa}$ 、外形サイズ = $20\ \text{mm} \times 20\ \text{mm}$ 、インターポーザの厚み = $50\ \mu\text{m}$

実施例 20 のインターポーザは、実施例 1 において、外形加工のサイズを $20\ \text{mm} \times 20\ \text{mm}$ にした以外は、実施例 1 と同じである。

【0059】

【実施例21】 ヤング率=55GPa、外形サイズ=40mm×40mm、インターポーザの厚み=50 μ m

実施例21のインターポーザは、実施例1において、外形加工のサイズを40mm×40mmにした以外は、実施例1と同じである。

【0060】

【実施例22】 ヤング率=55GPa、外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50 μ mで、貫通孔の端面の開口径/中心の開口径=1.02

実施例22のインターポーザの製造方法について図9及び図10を参照して説明する。

(1) ビスフェノールA型エポキシ樹脂100重量部とイミダゾール型硬化剤5重量部とアルミナフィラー60重量部を混合し、該樹脂をガラスクロスに含浸後、乾燥して、Bステージとしたプリプレグ80と、3 μ m銅箔78とを積層して加熱プレスすることにより得られる両面銅張積層板80Aを出発材料として用いる(図9(A))。この絶縁性基材80の厚さは50 μ m、銅箔78の厚さは3 μ mである。この絶縁性基板のヤング率は、3点曲げ法にて、測定したところ、55GPaであった。

【0061】

(2) ついで、一面側から、表8の条件にて、炭酸ガスレーザー照射を行って、絶縁性基材80のほぼ中央まで開口81aを形成し(図9(B))、その後、他面側から、表9の条件にて、炭酸ガスレーザー照射を行って、貫通孔81とした(図9(C))。さらにその開口81内を両面側から紫外線レーザー照射によってデスミア処理した。デスミア処理後、貫通孔の基板両端面と中心部の開口径をキーエンス社製デジタルマイクロスコプ(VH-Z250)で測定した。両端部の開口径が、102 μ m、中心部の開口径が100 μ mであった。

【表18】

マスク径	ϕ 1.4mm
パルスエネルギー	2.0mj/パルス
ショット数	4ショット

【表19】

マスク径	ϕ 1.4mm
パルスエネルギー	2.0mj/パルス
ショット数	4ショット

【0062】

(3) デスミア処理を終えた基板に対して、パラジウム触媒を付与することにより、貫通孔の壁面に触媒核を付着させた。すなわち、上記基板を塩化パラジウム(PbCl₂)と塩化第一スズ(SnCl₂)とを含む触媒液中に浸漬し、パラジウム金属を析出させることにより触媒を付与した。次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、基板を浸漬し、基材80の表面および、貫通孔81の壁面に厚さ0.6~3.0 μ mの無電解銅めっき膜83を形成した(図9(D))。

【無電解めっき水溶液】

200mol/l硫酸銅 0.800mol/l EDTA 0.030mol/l HCl
HO 0.050mol/l NaOH 0.100mol/l α 、 α' -ピピリジル 1
00mg/l ポリエチレングリコール(PEG) 0.10g/l

【無電解めっき条件】

34℃の液温度で40分

【0063】

(4) 次に、無電解銅めっき膜上に、貫通孔内に優先的に析出するめっき液とめっき条件を用いて、貫通孔81内の充填と基材80の表面に、電解銅めっき膜84を形成した(図10(A))。

〔電解めっき液〕

硫酸 150 g/l

硫酸銅 160 g/l

添加剤 19.5 ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度 6.5 A/dm²

時間 80分

温度 22±2℃

【0064】

(5) その後、一面を、基材80の表面が露出するまで研磨を行なった(図10(B))。

【0065】

(6) そして、研磨を行なわなかった面をPETフィルム85で保護し、銅めっき84上に、ニッケル86、金めっき87を施した(実施例1と同条件)後、他面の電気銅めっきをリードとして、すずめっき(実施例1と同条件)88を30μm析出させ、ランド74を形成した(図10(C))。

【0066】

(7) その後、PETフィルム85を剥離し、電気銅上に、ドライフィルムを貼り付け、露光現像後、銅箔と無電解めっき層および電気銅めっき層すべてをアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド76P、76S、76Eを形成した(図10(D))。

(8) 最後に、32mm×32mmに外形加工を行い、インターポーザとした。

【0067】

〔実施例23〕 ヤング率=55GPa、外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=50μmで、貫通孔の端面の開口径/中心の開口径=5

(1) 実施例23のインターポーザは、実施例22において、インターポーザに貫通孔を形成するレーザ条件を下表に変更した以外は、実施例13と同じである。

【表20】

一面からのレーザ条件

マスク径	φ1.4mm
パルスエネルギー	2.0mj/パルス
ショット数	3ショット

【表21】

他面からのレーザ条件

マスク径	φ1.4mm
パルスエネルギー	2.0mj/パルス
ショット数	2ショット

【0068】

〔実施例24〕

実施例 24 のインターポーザは、実施例 23 と同様である。但し、実施例 24 では、パイアホールをめっき充填により製造した。これに対して、実施例 24 では、基板 80 の貫通孔 81 に半田等の低融点金属のペーストを充填することによりパイアホールを製造した。実施例 24 では、パイアホールが、実施例 1～23 と比較して柔らかく、応力吸収能力が高い。

【0069】

[比較例 1] ヤング率 = 50 GPa, 外形サイズ = 32 mm × 32 mm インターポーザの厚み = 100 μm

比較例 1 の製造方法は、実施例 1 と同様であるため図 6 を参照して説明する。

(1) ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 100 重量部とイミダゾール型硬化剤 5 重量部とアルミナフィラー 50 重量部を混合し、該樹脂をガラスクロスに含浸後、乾燥して、B ステージとしたプリプレグ 80 と、銅箔 78 とを積層して加熱プレスすることにより得られる片面銅張積層板 80A を出発材料として用いる (図 6 (A))。この絶縁性基材 80 の厚さは 100 μm、銅箔 78 の厚さは 12 μm である。この絶縁性基板のヤング率は、3 点曲げ法により、測定したところ、50 GPa であった。なお、ヤング率測定は、1 mm 厚の絶縁性基材を用いた。

【0070】

(2) ついで、絶縁材側から、表 14 の条件にて、炭酸ガスレーザ照射を行って、絶縁性基材 80 を貫通して銅箔 78 に至るパイアホール形成用開口 81 を形成し、さらにその開口 81 内を紫外線レーザ照射によってデスミア処理した (図 6 (B))。この比較例 1 においては、パイアホール形成用の開口の形成には、三菱電機製の高ピーク短パルス発振型炭酸ガスレーザ加工機を使用し、基材厚 100 μm のガラス布エポキシ樹脂基材に、マスクイメージ法で絶縁材側からレーザビーム照射して 100 穴/秒のスピードで、100 μm のパイアホール形成用の開口を形成した。その配置は、IC の外部電極に 1:1 で対応した格子状で、180 μm ピッチに形成した。パイアホール形成後、デスミア処理を行なった。デスミア処理用の YAG 第 3 高調波を用いた紫外線レーザ照射装置は、三菱電機社製の GT605LDX を使用し、そのデスミア処理のためのレーザ照射条件は、発信周波数が 5 KHz、パルスエネルギーが 0.8 mJ、ショット数が 10 であった。

【表 22】

マスク径	φ 1.4 mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	14 ショット

【0071】

(3) デスミア処理を終えた基板に対して、銅箔 78 を PET フィルム 85 で保護してから、銅箔 78 をめっきリードとして、以下のめっき液と条件にて、電解銅めっき処理を施して、開口 81 の上部にわずかの隙間を残して、その開口 81 内に電解銅めっき 84 を充填してパイアホール 72 を形成する (図 6 (C))。

〔電解めっき液〕

硫酸 2.24 mol/l 硫酸銅 0.26 mol/l 添加剤 19.5 ml/l (アトテックジャパン社製、カバラシド GL)

〔電解めっき条件〕

電流密度 6.5 A/dm² 時間 65 分 温度 22 ± 2 °C

【0072】

(4) さらに、銅めっき 84 上に、ニッケル 86、金めっき 87 を施した (実施例 1 と同条件) 後、はんだめっき 88 を 30 μm 析出させた (実施例 1 と同条件) (図 6 (D))。

【0073】

(5) その後、銅箔 78 上の PET フィルム 85 を剥離し、銅箔 78 にドライフィルムを

貼り付け、露光現像後、銅箔 78 をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド 76 P、76 S、76 E を形成した (図 6 (E))。

(6) 最後に、32 mm×32 mm に外形加工を行い、インターポーザとした。

【0074】

[比較例 2] ヤング率 = 470 GPa, 外形サイズ = 32 mm×32 mm、インターポーザ厚み = 100 μm

比較例 2 の製造方法は、実施例 7 の製造方法と同様であるため、図 7 及び図 8 を参照して説明する。

(1) 32 mm×32 mm×厚さ 100 μm のサファイア基板 80 B を出発材料とした (図 7 (A))。この絶縁性基板のヤング率は、3 点曲げ法にて、測定したところ、470 GPa であった。なお、ヤング率測定には、1 mm 厚の絶縁性基材を用いた。この基板の一面にウレタン系のレジスト 79 を形成し、通常の写真法により、IC の外部電極と対応する位置に、100 μm 径の開口部 81 a を形成した (図 7 (B))。

【0075】

(2) ついで、レジスト 79 を形成してある側から、マキナ社製のサンドブラスト装置で、下記の条件にて、サンドブラスト処理を行なって、100 μm のバイアホール形成用の開口 81 を形成した。その配置は、IC の外部電極に 1:1 で対応した格子状で、180 μm ピッチに形成した (図 7 (C))。

【表 23】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径 25 μm
圧力	0.2 MPa
時間	16

【0076】

(3) バイアホール形成用の開口を形成した基板に、スパッタにより Pd 82 を、基板表面とバイアホールの内壁に蒸着した。バイアホール内壁に、確実に Pd を蒸着するため、基板表面に対して、±80 度の角度から、基板両面からスパッタを行なった (図 7 (D))。

【0077】

(4) 次に、以下の組成の無電解銅めっき水溶液中に、基板を浸漬し、基材 80 B の表面および、貫通孔 81 の壁面に厚さ 0.6 ~ 3.0 μm の無電解銅めっき膜 83 を形成した (図 7 (E))。

〔無電解めっき水溶液〕

200 mol/l 硫酸銅

0.800 mol/l EDTA

0.030 mol/l HCHO

1.050 mol/l NaOH

1.100 mol/l α、α'-ピピリジル

100 mg/l ポリエチレングリコール (PEG) 0.10 g/l

〔無電解めっき条件〕

34℃の液温度で40分

【0078】

(4) 次に、無電解銅めっき膜 83 上に、貫通孔内に優先的に析出するめっき液とめっき条件を用いて、貫通孔 81 内の充填と基材 80 B の表面に、電解銅めっき膜 84 を形成した (図 8 (A))。

〔電解めっき液〕

硫酸 150 g/l

硫酸銅 160 g/l

添加剤 19.5 ml/l

〔電解めっき条件〕

電流密度 6.5 A/dm²

時間 80分

温度 22±2℃

攪拌 噴流攪拌

【0079】

(5) その後、基板80Bの一面は、PETフィルム85で保護し、他面のみを、基材の表面が露出するまで研磨を行なった(図8(B))。

【0080】

(6) さらに、バイアホール72の銅めっき84上に、ニッケル86(5μm)、金めっき87(0.03μm)を施した後、他面の銅をリードとして、はんだめっき88を30μm析出させた(実施例1と同条件)(図8(C))。

【0081】

(7) その後、銅めっき84上のPETフィルム85を剥離し、PETフィルム85下にあった電気銅84にドライフィルムを貼り付け、露光現像後、電気銅めっき層と無電解銅めっき層をアルカリエッチング液にてエッチング処理を施して、ランド76P、76S、76Eを形成した(図8(D))。

【0082】

〔比較例3〕 ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=45μm

比較例3のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを45μmとした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

【表24】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径25μm
圧力	0.2MPa
ショット数	6

【0083】

〔比較例4〕 ヤング率=200GPa, 外形サイズ=32mm×32mm、インターポーザの厚み=1600μm

比較例4のインターポーザは、実施例7において、出発材料の基板厚みを1600μmとした。それに伴い、貫通孔を形成するサンドブラスト条件を下表の条件に変更した。また、貫通孔に導電剤を充填するめっき時間は、基板厚みに合わせて変更した。それ以外は、実施例7と同じである。

【表25】

「サンドブラスト条件」

砥粒	合成ダイヤモンド
砥粒径	平均粒径25μm
圧力	0.2MPa
ショット数	250

【0084】

【比較例 5】 ヤング率 = 55 GPa, 外形サイズ = 15 mm × 15 mm、インターポーザの厚み = 50 μm

比較例 5 のインターポーザは、実施例 1 において、外形加工のサイズを 15 mm × 15 mm にした以外は、実施例 1 と同じである

【0085】

【比較例 6】 ヤング率 = 55 GPa, 外形サイズ = 45 mm × 45 mm、インターポーザの厚み = 50 μm

比較例 6 のインターポーザは、実施例 1 において、外形加工のサイズを 45 mm × 45 mm にした以外は、実施例 1 と同じである

【0086】

【比較例 7】 ヤング率 = 55 GPa, 外形サイズ = 32 mm × 32 mm、インターポーザの厚み = 50 μm で、貫通孔の端面の開口径 / 中心の開口径 = 5.5

(1) 比較 7 のインターポーザは、実施例 22 において、インターポーザに貫通孔を形成するレーザ条件を下表に変更した以外は、実施例 13 と同じである。

【表 26】

一面からのレーザ条件

マスク径	φ 1.4 mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	2 ショット

【表 27】

他面からのレーザ条件

マスク径	φ 1.4 mm
パルスエネルギー	2.0 mJ / パルス
ショット数	2 ショット

【0087】

3. 半導体装置の作製

図 1 に示すパッケージ基板 10 へのインターポーザ及び IC チップの取り付けについて図 2 及び図 3 を参照して説明する。

(1) 図 7 (D) に示すインターポーザ 70 を、図 1 に示すパッケージ基板 10 に位置合わせして搭載した後、リフローを行って、接続した。

【0088】

(2) インターポーザ 70 と樹脂製パッケージ基板 10 間に市販の封止剤（アンダーフィル）68 を充填した後、80 度で 15 分、続いて、150 度で 2 時間硬化した（図 2）。

【0089】

(3) 次に、20 mm × 20 mm の IC チップ 110 を、インターポーザ 70 に位置合わせして搭載した後、リフローを行って、実装した。

最後に、インターポーザ 70 と IC チップ 110 間に封止剤（アンダーフィル）69 を充填して、80 度で 15 分、続いて、150 度で 2 時間硬化した（図 3）。

【0090】

4. ヒートサイクル試験

3 で作製した半導体装置を、ヒートサイクル試験（-55℃*5分 ⇄ 120℃*5分）に投入し、500、1000、1500、2000 時間後の接続抵抗を測定した。この結果を図 11、図 12 の図表に示す。規格は、1000 サイクル後、抵抗のシフト量が ±10% 以内である。インターポーザを構成する絶縁性基材のヤング率は、55 ~ 440 GPa であることが望ましい。本発明者が半導体装置の基板実装時における熱応力の解析を行

なったところ、インターポーザのヤング率が、前記した範囲内であると、ICチップ、インターポーザと樹脂製パッケージの熱応力等による各変形量が、ICとインターポーザとパッケージ基板の関係となる。このような関係となると、セラミック製ICと樹脂製パッケージ基板間の熱膨張差による応力をインターポーザが受けとめて、ICの配線層の樹脂に、応力を伝達しない。その結果、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生しないことが分った。インターポーザのヤング率が、小さくなると、応力によるインターポーザの変形量が大きくなる。インターポーザのヤング率が55GPa未満となると、ICとインターポーザの変形量の差が大きくなる。そして、その違いにより発生した応力に、ICの配線層の樹脂が耐えきれなくなり、ICの配線層の樹脂に亀裂、断線が発生することが分った。逆に、440GPaを越えると、インターポーザとパッケージ基板間の半田バンプに応力が集中して、そこで亀裂、断線が発生することが分った。

【0091】

5. 封止剤中のボイド確認

ヒートサイクル試験後、実施例1、19、20、21の半導体装置を、IC側から封止剤の約1/2の厚さのところまで、平面研磨して封止剤中のボイドの発生率を測定した。

【表28】

封止剤中のボイド発生率

実施例	ボイド発生率 (%)
実施例1	0
実施例19	0
実施例20	14
実施例21	19

【0092】

この結果より、インターポーザの大きさにより、封止剤の充填性が変化し、それが、接続信頼性に影響していることがわかる。即ち、インターポーザに搭載する電子部品の投影面積 \leq インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 1$ 、さらには、電子部品の投影面積 $\times 1.2 \leq$ インターポーザを構成する絶縁性基材の面積 \leq パッケージ基板の投影面積 $\times 0.8$ が好適であることが確認できた。

【0093】

6. 導電性物質中のボイド確認

実施例1、22、23と比較例7の絶縁性基材の貫通孔部を断面研磨して、ボイドの発生率を測定した。

【表29】

導電性物質内のボイド

実施例 比較例	ボイド発生率 (%)
実施例1	7
実施例22	0
実施例23	0
比較例7	32

【0094】

この結果より、貫通孔の断面形状は、導電物質の充填性に影響していることがわかる。このように、インターポーザの貫通孔の断面形状としては、少なくとも1端面の開口径が、貫通孔中心の穴径以上であることが好ましい。さらには、1端面の開口径/貫通孔中心の穴径の関係が、1.02~5.0が好ましい。1未満であると、貫通孔内に導電性物質を

未充填なく、充填するのが難しい。1以上となると、貫通孔端面の開口径が、その他の貫通孔部分より大きくなるので、導電性物質の充填が容易に行なわれる。その結果、熱衝撃時、クラックの起点となるボイドは無くなる。

【0095】

7. クラックの進行方向の確認

実施例1と比較例7のヒートサイクル2000サイクル後の半導体パッケージを断面研磨して、接合部分のクラックの方向を確認した。

【表30】

クラックの進行方向

比較例	クラック進行方向
実施例1	インターポーザに対して垂直
比較例7	貫通孔のテーパーに沿って発生

【0096】

この断面観察より、比較例7は、導電性物質内のボイドを起点として、クラックが発生し、それが貫通孔内壁に沿って接合部に到達していることが分った。このことから、応力は、貫通孔の内壁に沿って接合部に伝わることを実証された。つまり、貫通孔の断面形状がテーパーになっていることは、応力が、真っ直ぐ接合部に伝わらないので、応力緩和に有効である。

【0097】

評価試験1：図14(A)に示す絶縁性基材（インターポーザ）70を対象としてシミュレーションにより計算したB-B線上（図14-1）のヤング率を図14(B)に示す。なお、図14(A)中で、ICチップ直下部75中のスルーホール74は、77×77列配置されている。

図14(B)から分るように、絶縁性基材（インターポーザ）の物性がIC周辺直下部を境界にしてヤング率が変化していることが分る。

今回、図表には示さないが、絶縁性基材（インターポーザ）の熱膨張係数も同様な傾向がある。

【0098】

評価試験2：シミュレーションにより計算した絶縁性基材（インターポーザ）厚みとICの配線層の樹脂にかかる応力との関係を図13に示す。

この図から分かるように、絶縁性基材（インターポーザ）の厚みが、パッケージ基板の厚みの0.05倍以上になると、絶縁性基材の厚みの効果により、IC周辺直下部を境界とした物性変化によるICの配線層の樹脂にかかる応力が急激に減少している。従って、絶縁性基材（インターポーザ）の厚みが、パッケージ基板の厚みの0.05倍以上になるとICの配線層の樹脂が破壊しない。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】本発明の実施例1に係る樹脂製パッケージ基板の断面図である。

【図2】図1に示す樹脂製パッケージ基板にインターポーザを取り付けた状態の断面図である。

【図3】図2に示す樹脂製パッケージ基板にICチップを搭載し、ドータボードに取り付けた状態の断面図である。

【図4】図3に示すICチップ、インターポーザ、樹脂製パッケージ基板の平面図である。

【図5】図5(A)は実施例1のインターポーザの平面図であり、図5(B)は実施例1の別例に係るインターポーザの平面図である。

【図6】実施例1に係るインターポーザの製造工程図である。

【図7】実施例2に係るインターポーザの製造工程図である。

【図 8】 実施例 2 に係るインターポーザの製造工程図である。

【図 9】 実施例 22 に係るインターポーザの製造工程図である。

【図 10】 実施例 22 に係るインターポーザの製造工程図である。

【図 11】 ヒートサイクル試験の結果を示す図表である。

【図 12】 ヒートサイクル試験の結果を示す図表である。

【図 13】 IC の配線層の樹脂にかかる応力を示す図表である。

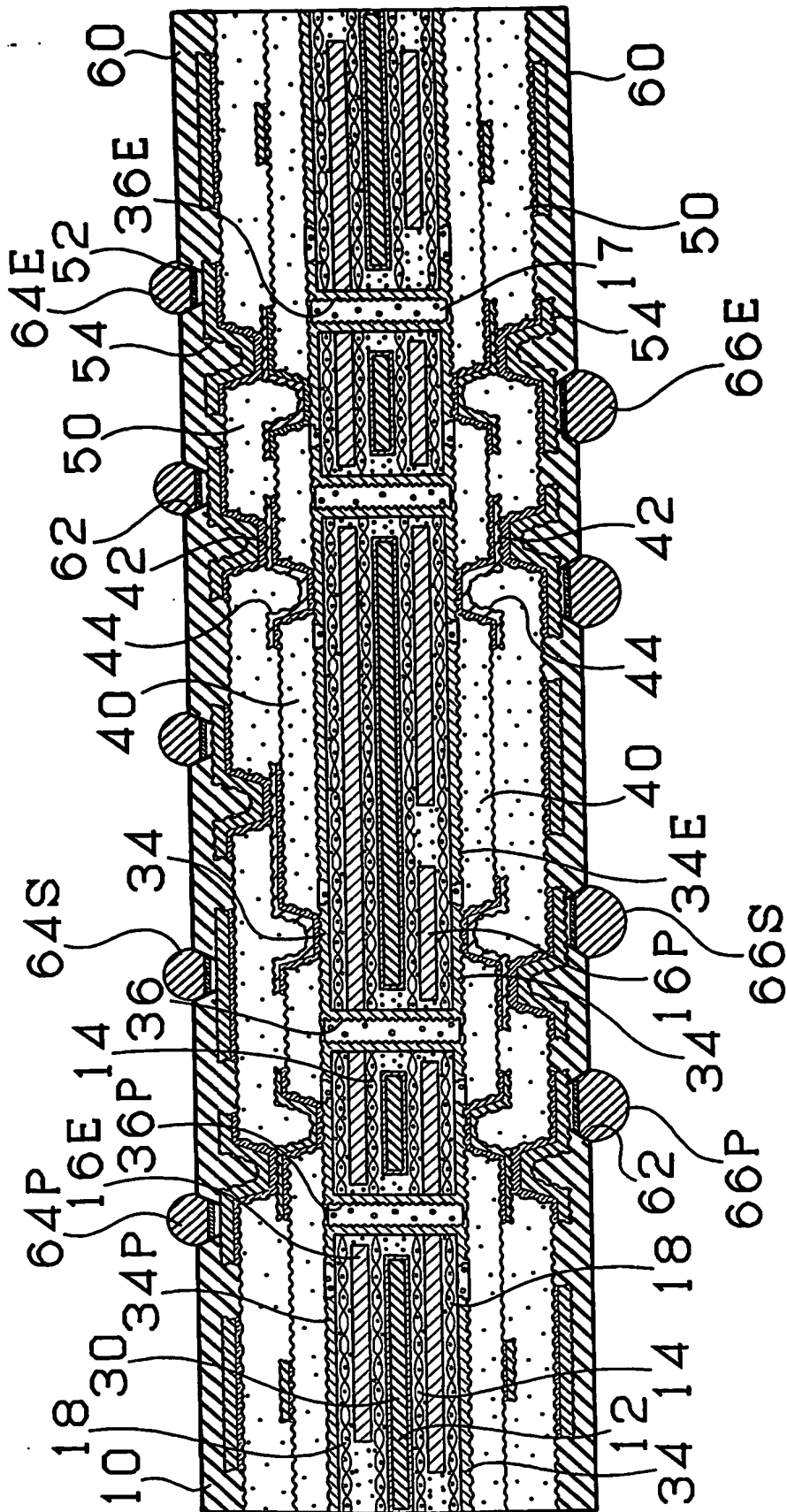
【図 14】 図 14 (A) は絶縁性基材 (インターポーザ) の模式図であり、図 14 (B) は絶縁性基材 (インターポーザ) の IC 直下部とそれ以外部のヤング率を示す図表である。

【符号の説明】

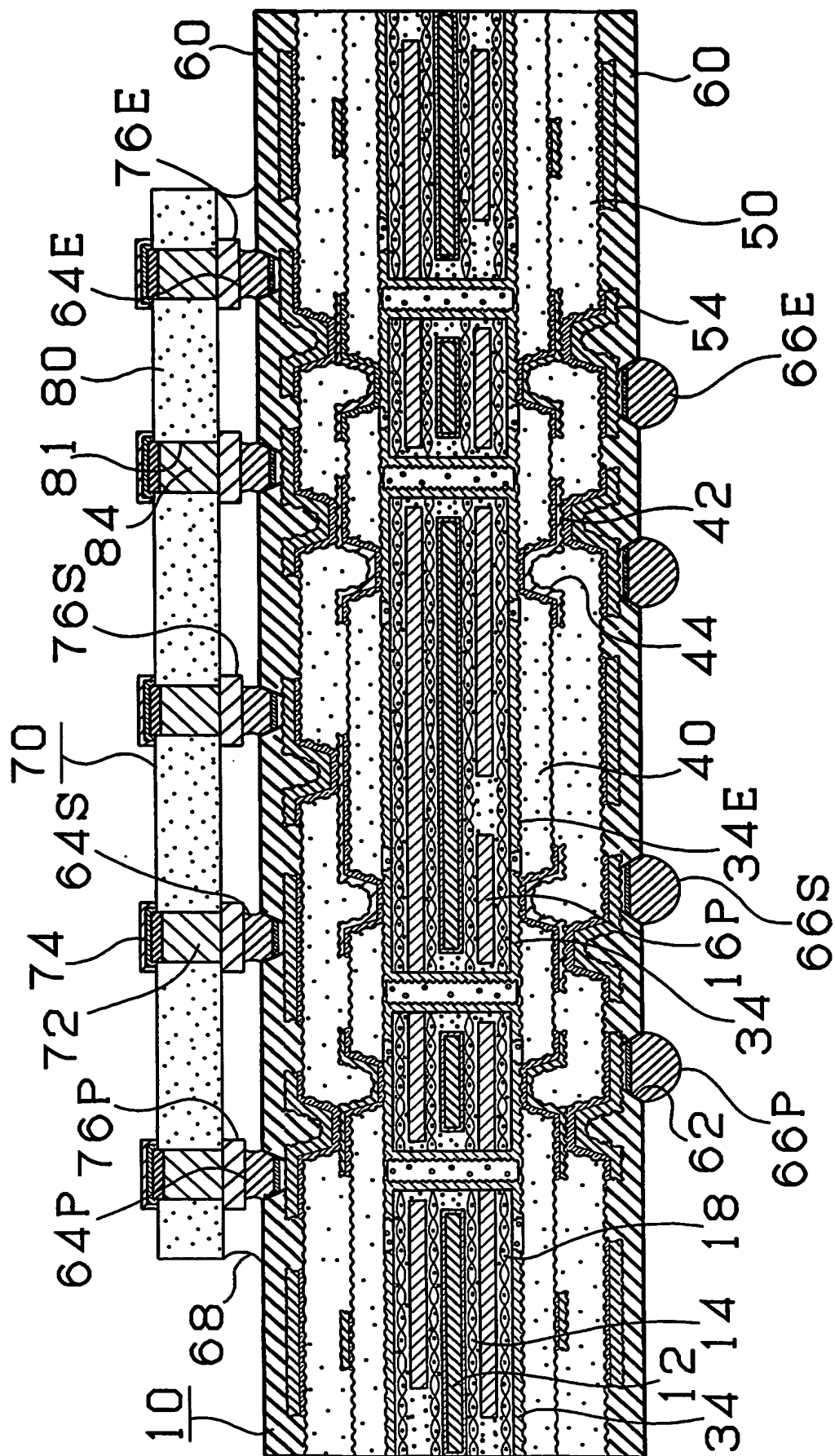
【0100】

- 10 樹脂製パッケージ基板
- 30 多層コア基板
- 64E グランド用バンブ
- 64P 電源用バンブ
- 64S 信号用バンブ
- 68、69 アンダーフィル
- 70 インターポーザ
- 72 バイアホール
- 74 ランド
- 76E グランド用ランド
- 76P 電源用ランド
- 76S 信号用ランド
- 80 基材
- 80B 基材
- 81 貫通孔
- 110 ICチップ
- 120 ドータボード

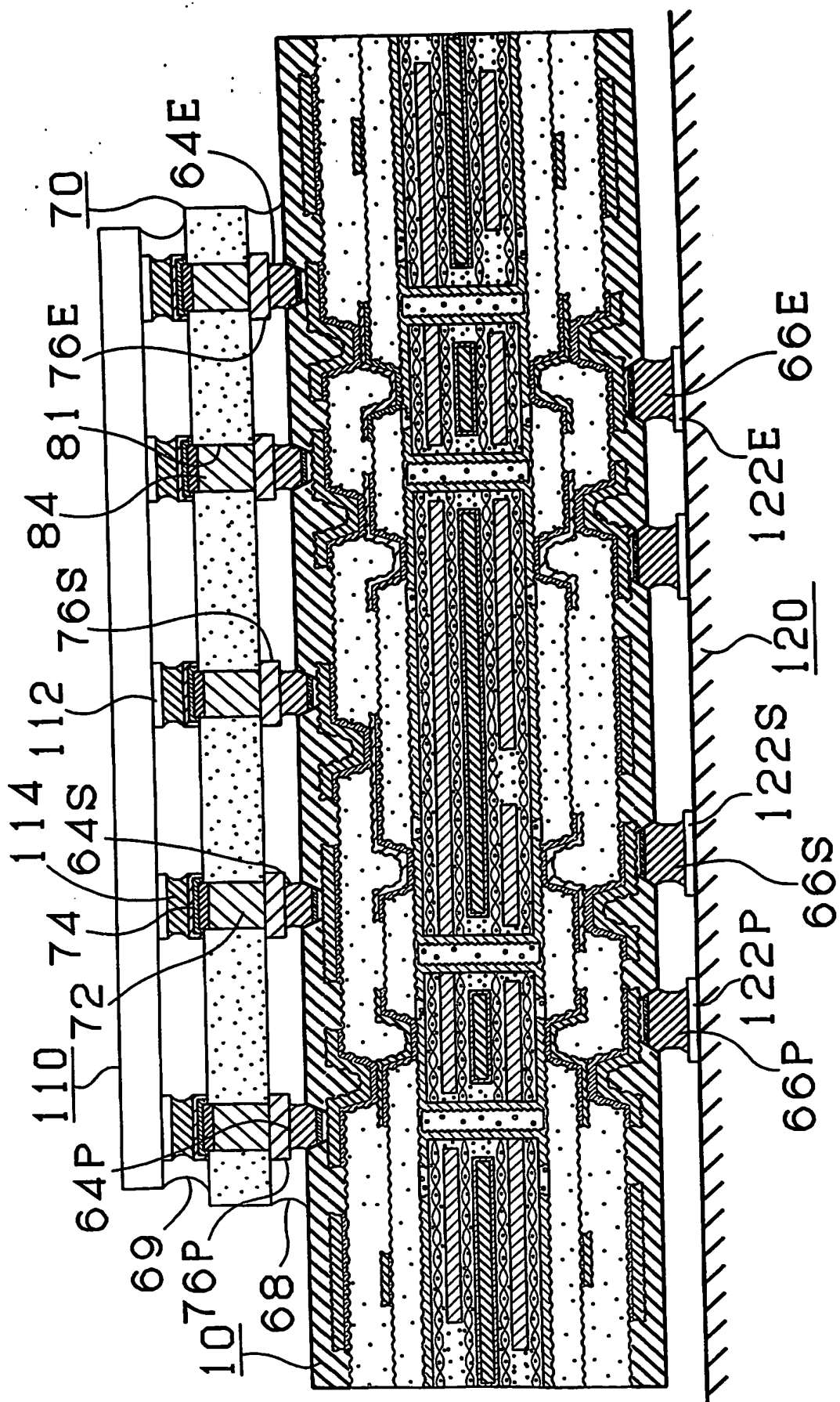
【書類名】 図面
【図 1】



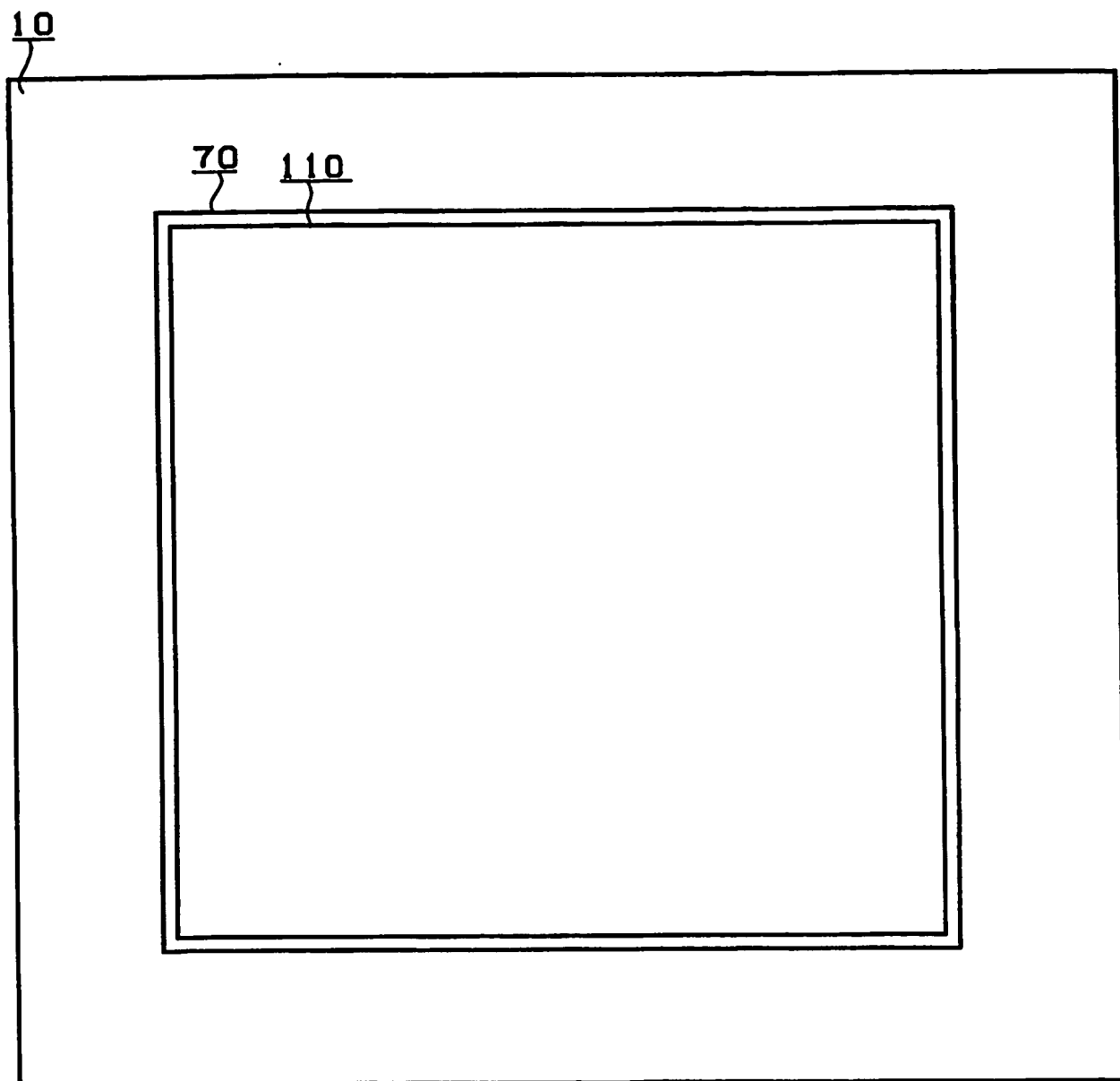
【図 2】



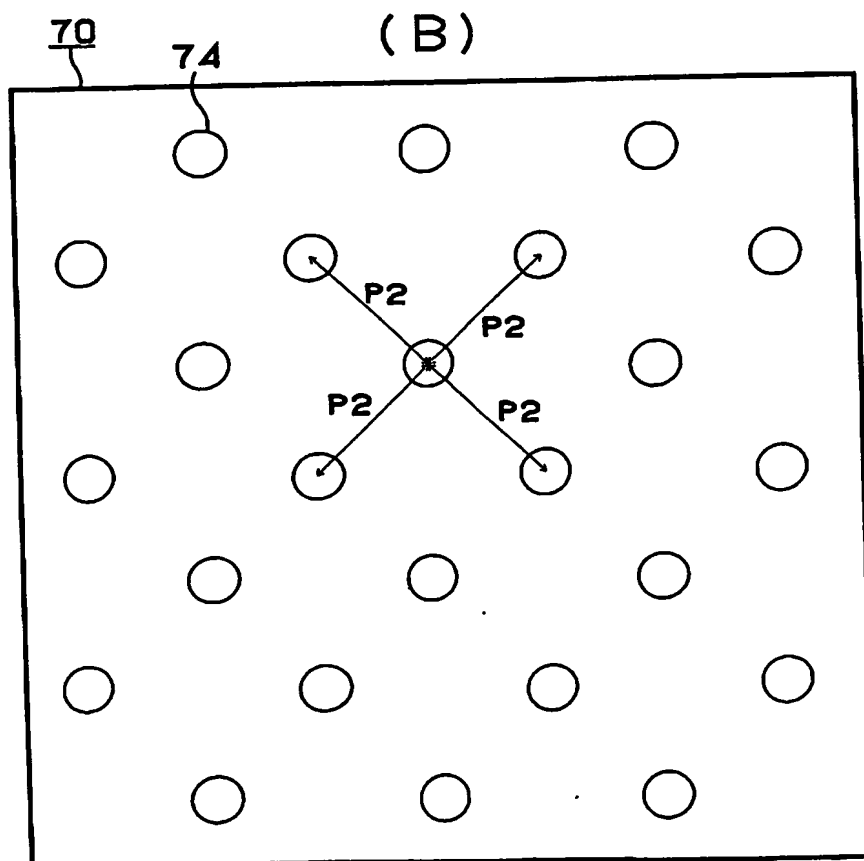
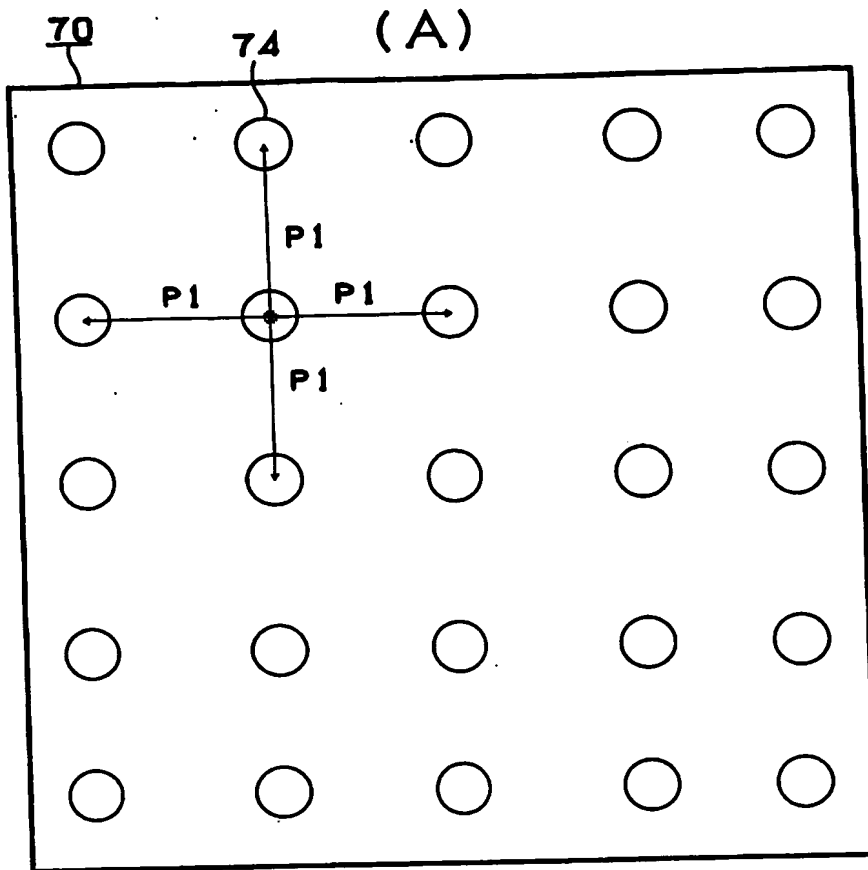
【図3】



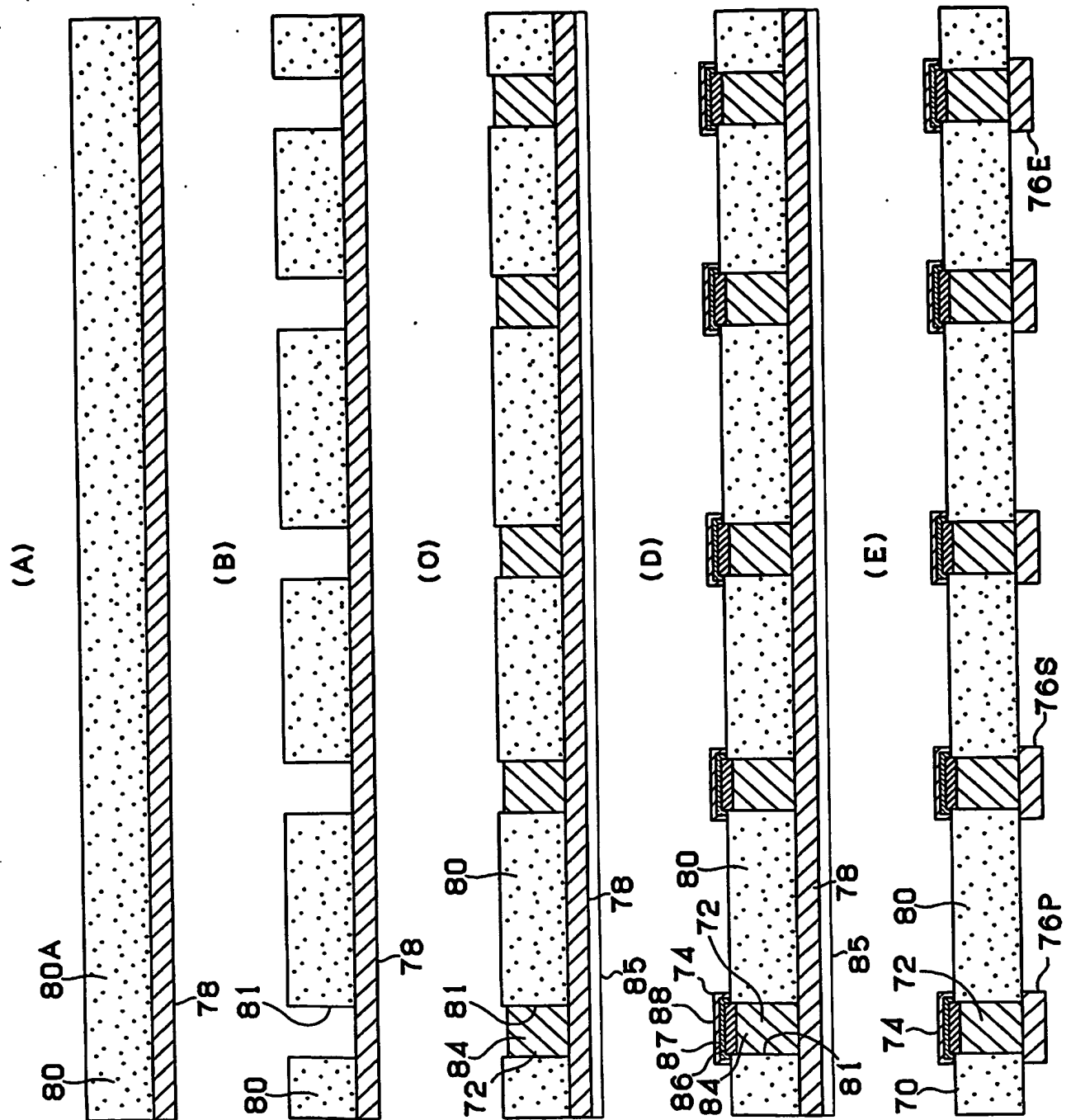
【図4】



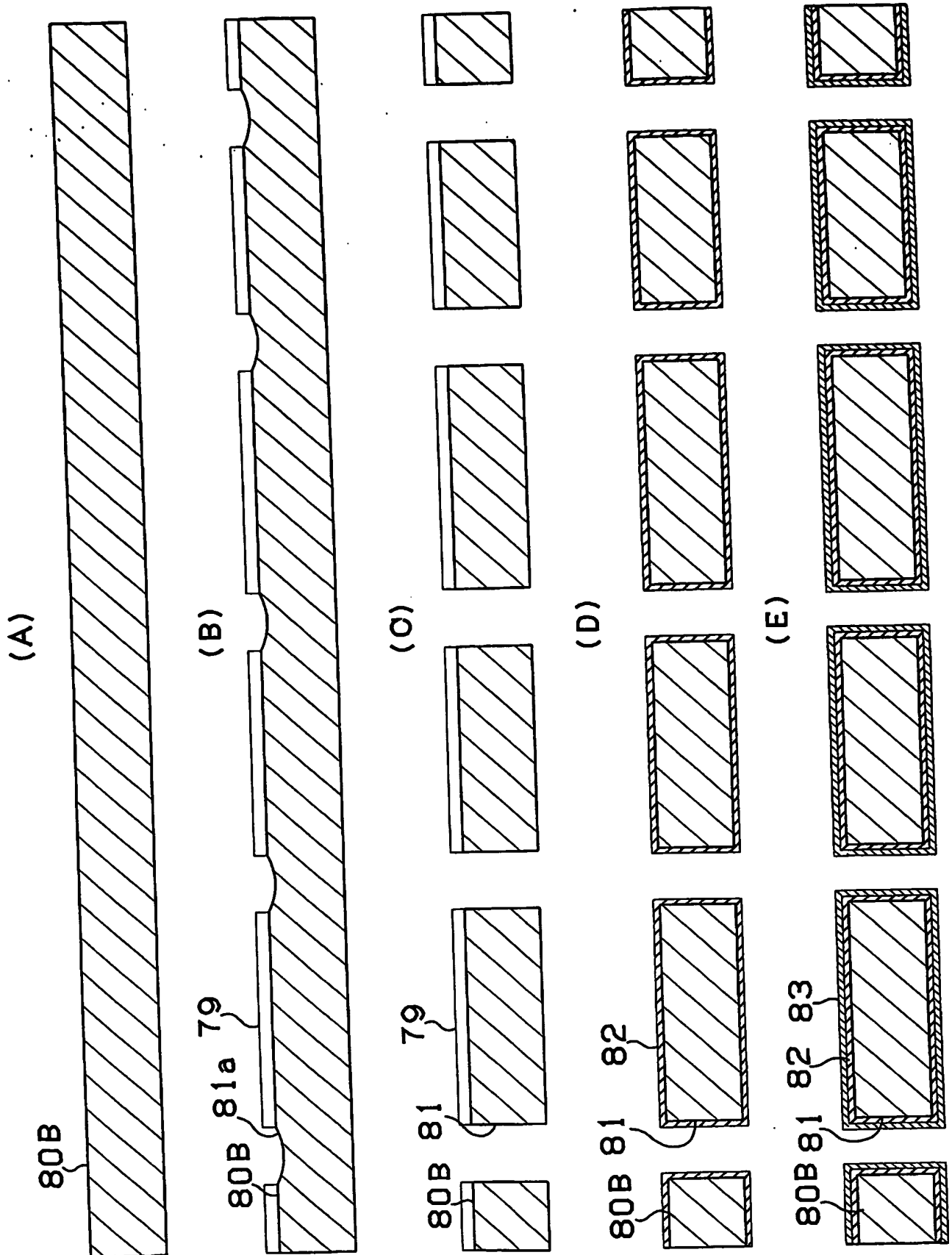
【図 5】



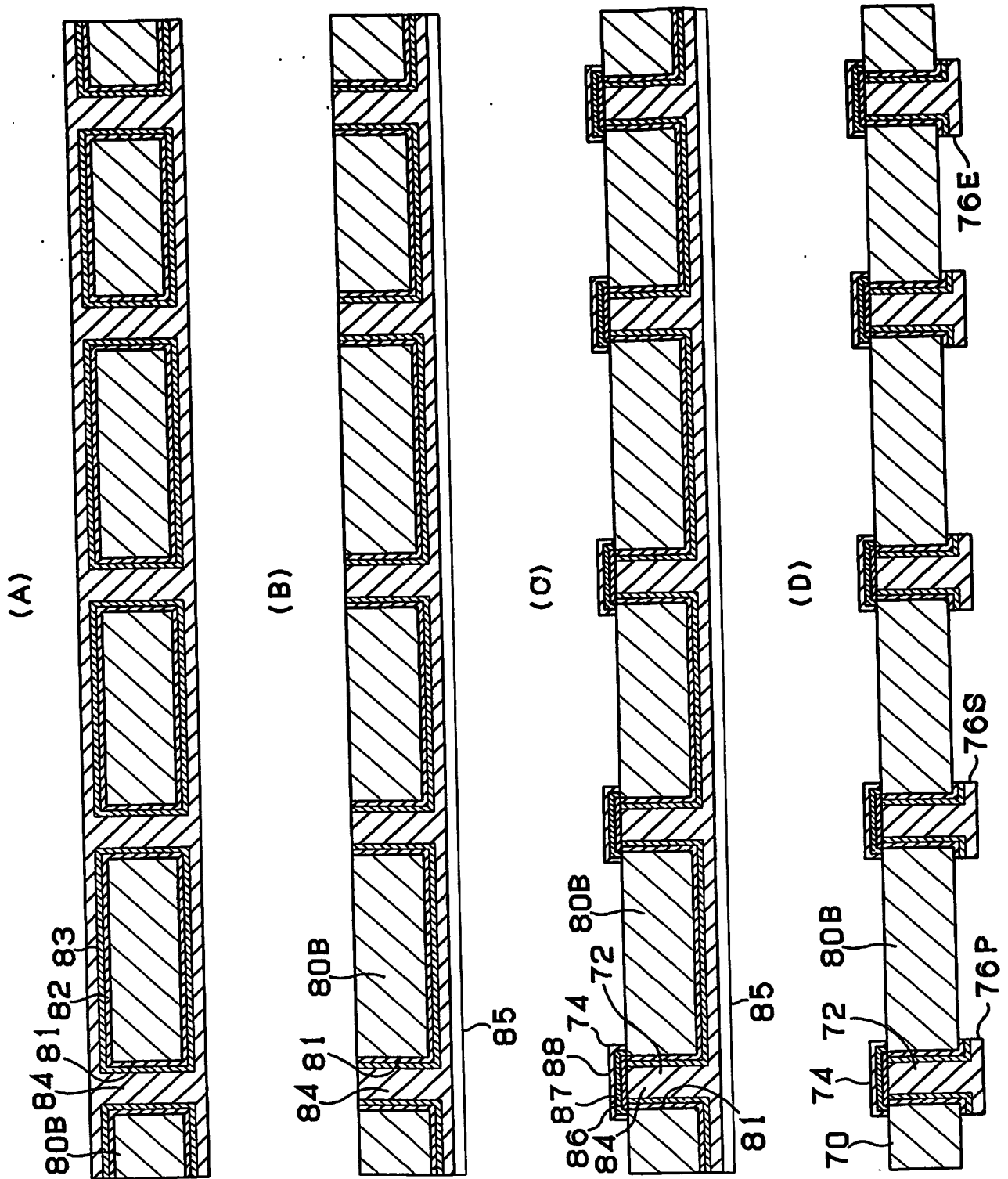
【図 6】



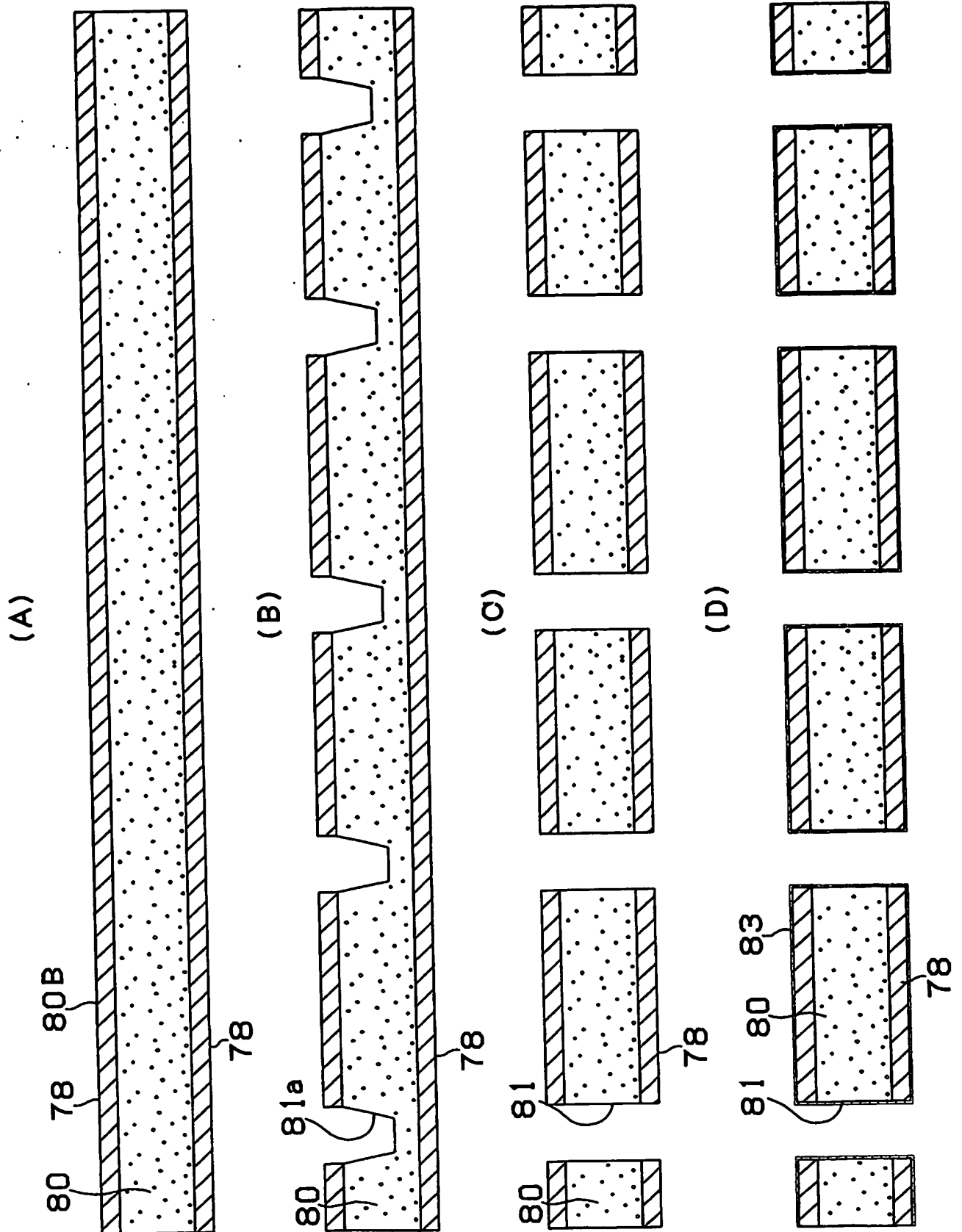
【図 7】



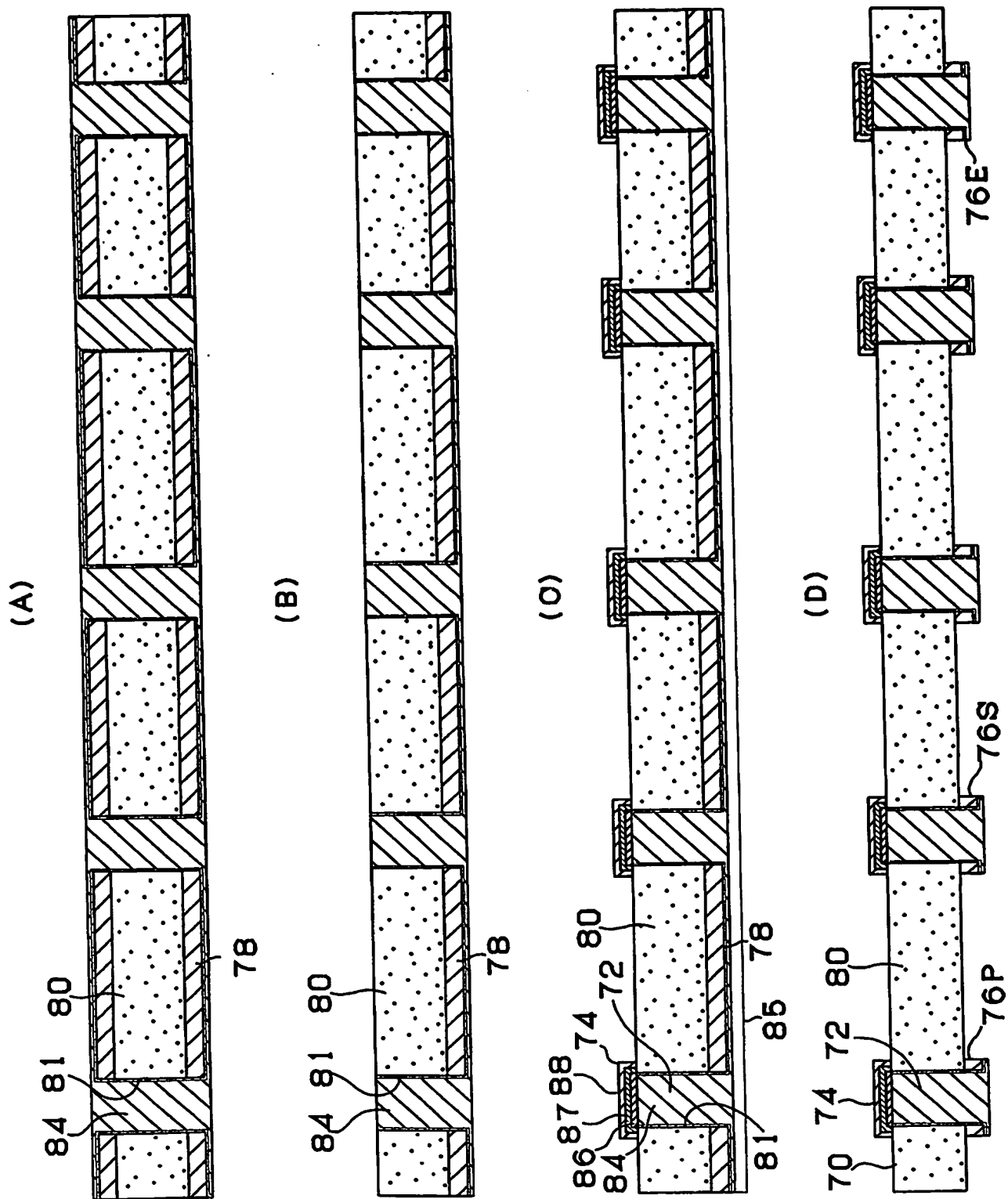
【図 8】



【図 9】



【図10】



【図11】

	絶縁性基 材のヤング 率(GPa)	絶縁性基 材の厚み(μ mt)	絶縁性基 材の大き さ (mm × mm)	絶縁性基材に形成した貫通孔の径(μ m)			ヒートサイクル試験後の導通抵抗変化 量(%)			
				一端面の開 口径	他端面の開 口径	貫通孔中心 部の開口径	500サイ クル後	1000 サイクル 後	1500 サイクル 後	2000 サイク ル後
実施例 1	55	50	32	100	100	100	◎	○	△	×
実施例 2	55	64	32	100	100	100	◎	○	○	△
実施例 3	55	100	32	100	100	100	◎	◎	◎	○
実施例 4	55	400	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 5	55	1000	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 6	55	1500	32	100	100	100	◎	◎	○	△
実施例 7	200	50	32	100	100	100	◎	○	○	○
実施例 8	200	64	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 9	200	100	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 10	200	400	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 11	200	1000	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 12	200	1500	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 13	440	50	32	100	100	100	◎	○	○	△
実施例 14	440	64	32	100	100	100	◎	○	○	○
実施例 15	440	100	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 16	440	400	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 17	440	1000	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 18	440	1500	32	100	100	100	◎	◎	◎	◎
実施例 19	55	50	24	100	100	100	◎	○	△	×
実施例 20	55	50	20	100	100	100	○	△	×	×
実施例 21	55	50	40	100	100	100	○	△	×	×
実施例 22	55	50	32	102	102	100	◎	◎	○	○
実施例 23	55	50	32	105	105	21	◎	◎	◎	◎
実施例 24	55	50	32	105	105	21	◎	◎	◎	◎

【図 12】

	絶縁性基 材のヤング 率(GPa)	絶縁性 基材の 厚み (μ mt)	絶縁性基 材の 大きさ (mm \times mm)	絶縁性基材に形成した貫通孔の径(μ m)			ヒートサイクル試験後の導通抵抗変化料 (%)				
				一端面の 開口径	他端面の 開口径	貫通孔の中 心部の開 口径	500 サイ クル後	1000 サイクル 後	1500 サイクル 後	2000 サイクル 後	
比較例 1	50	100	32	100	100	100	Δ	\times	\times	\times	
比較例 2	470	100	32	100	100	100	Δ	\times	\times	\times	
比較例 3	200	45	32	100	100	100	Δ	\times	\times	\times	
比較例 4	200	1600	32	100	100	100	\odot	\odot	\odot	\odot	
比較例 5	55	50	15	100	100	100	IC を絶縁基材に搭載できず				
比較例 6	55	50	45	100	100	100	絶縁基材をパッケージ基板に搭載で きず				
比較例 7	55	50	32	105	105	19	Δ	\times	\times	\times	

\odot : $-3\% \leq$ 抵抗変化率 $\leq 3\%$

\circ : $-6\% \leq$ 抵抗変化率 $< -3\%$ と $3\% <$ 抵抗変化率 $\leq 6\%$

Δ : $-10\% \leq$ 抵抗変化率 $< -6\%$ と $6\% <$ 抵抗変化率 $\leq 10\%$

\times : $-10\% >$ 抵抗変化率 と $10\% <$ 抵抗変化率

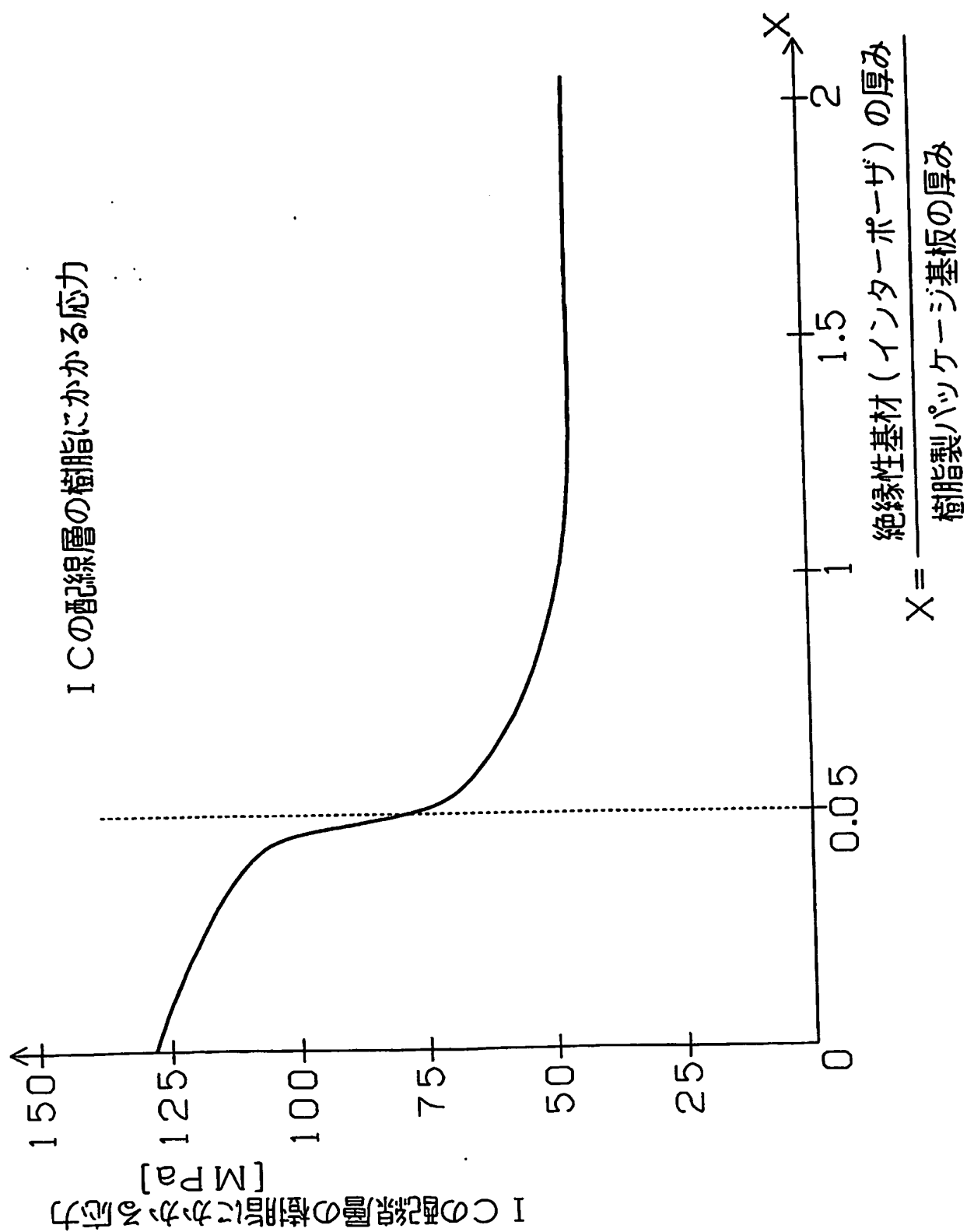
パッケージ基板の厚み: 1.0 mm

パッケージ基板のコアの厚み: 0.8 mm

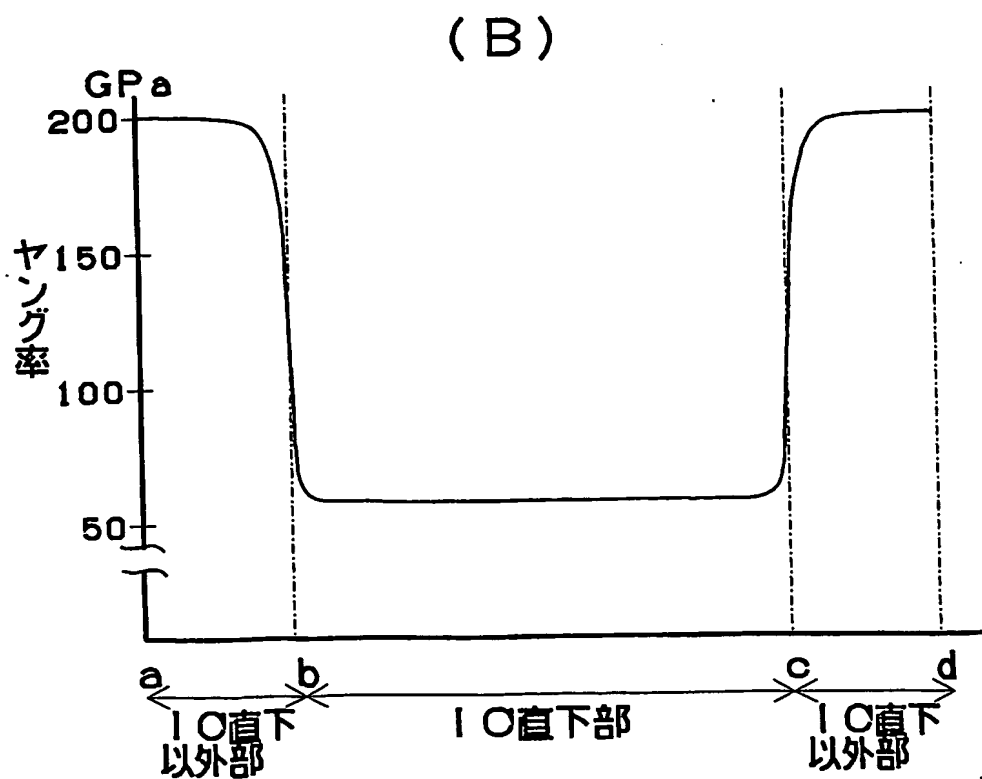
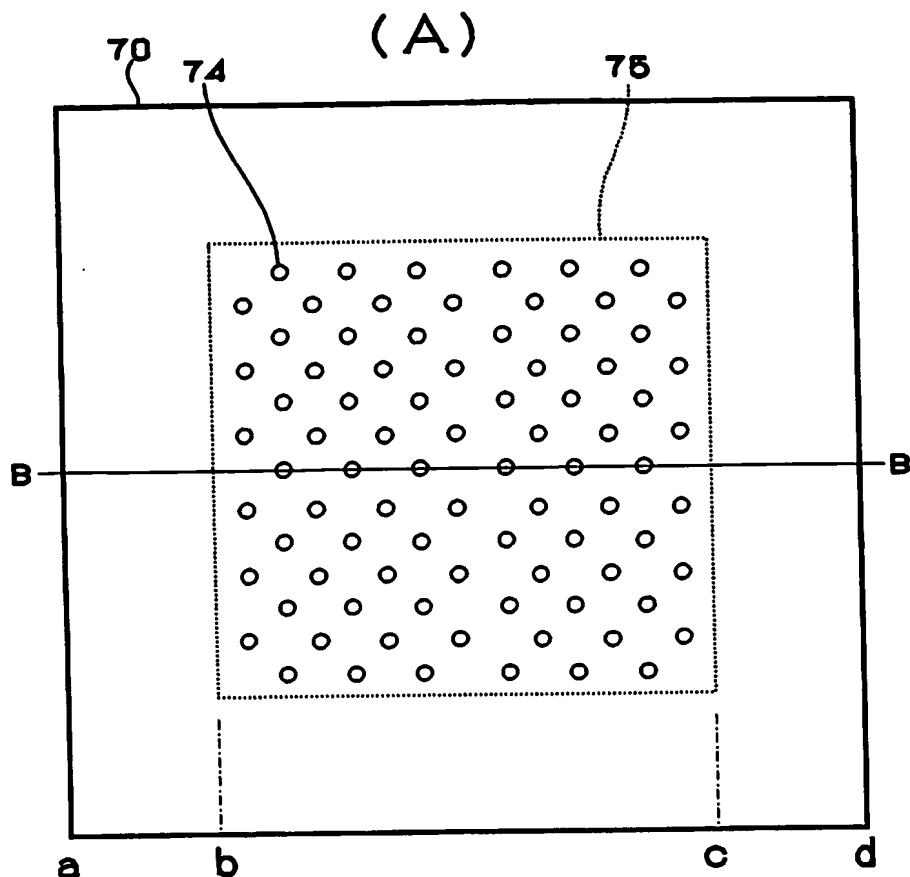
パッケージ基板の外形サイズ: 40 mm \times 40 mm

IC の外形サイズ: 20 mm \times 20 mm

【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 パッケージ基板に搭載した IC チップで配線パターンの断線を防ぐことができるインターポーザを提供する。

【解決手段】 インターポーザ 70 をパッケージ基板 10 と IC チップ 110 との間に介在させることで、熱膨張の大きな多層プリント配線板 10 と熱膨張の小さな IC チップ 110 との間の熱膨張率差による応力を吸収させることができる。特に、インターポーザ 70 を構成する絶縁性基板 80 としてヤング率 55 ~ 440 GPa のものを用いることで、インターポーザ 70 内で応力を吸収する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-381048
受付番号	50301862361
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成15年11月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年11月11日

特願2003-381048

出願人履歴情報

識別番号

[000000158]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

氏 名

イビデン株式会社